Über ein einfaches Verfahren, Pflanzen zu treiben (Warmbadmethode)

von

Hans Molisch,

k. M. k. Akad.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. deutschen Universität in Prag. Nr. 110 der 2. Folge.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Februar 1908.)

I. Einleitung.

Die Bemühungen der Forscher und Gärtner, die Ruheperioden der Pflanzen abzukürzen, beanspruchen sowohl wissenschaftliches als auch praktisches Interesse. Lange bevor sich die Wissenschaft der Sache eifriger annahm, haben die Gärtner auf Grund ihrer Erfahrungen gelernt, durch Gefrierenlassen, durch langsamen Wasserentzug die Ruheperioden abzukürzen oder zu verschieben, durch künstliche Auslese und durch geschickte Kreuzung frühblühende Rassen und sogenannte Treibsorten heranzuzüchten.

Hermann Müller-Thurgau[1] hat uns durch ein schönes Experiment gelehrt, wie man bei eben geernteten Kartoffeln dadurch, daß man sie einige Zeit bei niederer Temperatur knapp über dem Eispunkt hält, die Ruheperiode sozusagen auslöschen kann, so daß sie dann gleich zu treiben beginnen. Und Johannsen[2] überraschte uns mit der auch für die Praxis so wichtig gewordenen Tatsache, daß man durch 24- bis 48stündige

---

[1] H. Müller-Thurgau, Beitrag zur Erklärung der Ruheperioden der Pflanzen. Landw. Jahrbücher 1885, Bd. XIV, p. 851 bis 907.

[2] W. Johannsen, Das Ätherverfahren beim Frühtreiben etc. Jena 1900, 1. Aufl.

Behandlung gewisser Pflanzen (Flieder, Weiden etc.) mit Ätherdampf die Ruheperiode abzukürzen und so verschiedene Gewächse zu ganz ungewohnten Zeiten zu treiben vermag.

Eine Übersicht über unsere Kenntnisse der Ruheperioden und über ihre Beeinflussung durch äußere Faktoren gab Pfeffer in seiner Pflanzenphysiologie[1].

In neuester Zeit hat Bos[2] zu zeigen versucht, daß auch galvanische Ströme stimulierend auf ruhende Pflanzen wirken und die Ruheperioden abzukürzen vermögen.

Auf einige andere neuere Arbeiten, die sich mit der Abkürzung der Ruheperioden abgeben, werde ich im Verlauf meiner Ausführungen noch zu sprechen kommen.

Als ich im Dezember 1906 in Brünn weilte, machte mich mein Bruder Ferdinand, als ich seine ausgedehnte Gärtnerei besichtigte, auf ein ganz neues Verfahren der Fliedertreiberei aufmerksam, das an Einfachheit wenig zu wünschen übrig läßt und von dessen Zweckmäßigkeit ich mich gleich an Ort und Stelle durch den Augenschein überzeugen konnte. Die Methode besteht im wesentlichen darin, daß man die eingetopften und für die Treiberei vorbereiteten Fliedersträucher durch mehrere Stunden (10 bis 15) mit der Krone in warmes Wasser von 30 bis 36° C. einstellt, so daß der Blumentopf mit dem Wurzelballen in die Luft ragt, und nachher wie andere zu treibende Stöcke behandelt. Ich konnte mich auch gleich von der außerordentlichen Wirksamkeit der erwähnten Prozeduren überzeugen, alle gebadeten Stöcke ließen sich willig treiben, während dies bei den nicht gebadeten Stöcken in viel geringerem Grade der Fall war. Die zu treibenden Pflanzen kommen dann nach dem Bade in einen Treibkeller oder einen finstern Kasten, dessen Luft mit Wasserdampf gesättigt ist und eine Temperatur von etwa 25° C. aufweist. Nach ungefähr 2 bis 3 Wochen stellt man die Pflanzen, deren Blütenrispen und Laubknospen sich inzwischen ansehnlich entwickelt haben, in das Gewächshaus ans Licht, wo sie ergrünen und ihre Blüten in ihrer natürlichen Farbe entwickeln. Treibsorten von Flieder, die etwa Mitte November

---

[1] W. Pfeffer, Pflanzenphysiologie, II. Bd., 2. Aufl., p. 264.

[2] H. Bos, Wirkung galvanischer Ströme auf Pflanzen in der Ruheperiode. Biolog. Zentralbl. 1907, p. 673.

der Warmwassermethode unterworfen und dann getrieben wurden, gelangten etwa knapp vor Weihnachten zur Blüte, und zwar unter den geschilderten Verhältnissen durchschnittlich um 10 Tage früher als nicht so behandelte. Das bedeutet für den Gärtner in unserem Klima eine große Ersparnis an Heizmaterial.

Mein Bruder machte mich auch aufmerksam, daß dieses Verfahren, welches ich der Kürze halber als »Warmwassermethode« bezeichnen werde, in Deutschland schon an einzelnen Orten praktisch verwertet wird und daß sich darüber in der gärtnerischen Literatur auch schon einige Berichte vorfinden, die der geschilderten Methode übereinstimmend das Wort reden.

So berichtet Ph. Paulig[1], daß er in Rußland durch die Firma Johann Daugull-Dorpat das Warmwasserverfahren in seiner Anwendung auf *Convallaria* kennen gelernt habe. Als er *Convallaria*-Keime, die für Frühtreiberei bestimmt waren, durch 12 bis 16 Stunden im Wasser von 35° C. liegen ließ und dann in der Treiberei in gewöhnlicher Weise bei 30 bis 32·5° weiter kultivierte, kamen sie um 4 bis 5 Tage früher zur Blüte als nicht gebadete.

A. Hoffmann[2] wendete im Anschluß an Paulig das Verfahren auf Flieder an. Er tauchte am 13. November Fliederstöcke mit den Kronen in ein Wasserbassin, das durch Heizrohre auf einer Temperatur von 26 bis 31·2° C. gehalten wurde und beließ sie 8 bis 20 Stunden darin. Die gebadeten Knospen waren bei weiterer Kultur im finsteren Raume von 25 bis 30° C. schon nach 4 bis 5 Tagen so weit ausgetrieben, wie man dies in der Regel erst Ende Dezember gewöhnt ist. Die Treibsorte *Charles X.* stand, wenn in der angedeuteten Weise behandelt, schon am 1. Dezember in Blüte.

Auch Garteninspektor F. Ledien[3] erwähnt, daß er besonders bei der Sorte *Marie Legraye* durch 10stündiges Eintauchen in Wasser von + 30° C. sehr gute Erfolge erzielte. Die Pflanzen

---

[1] Möller's Deutsche Gärtnerzeitung 1905, p. 1.

[2] Ebenda, 1906, p. 102.

[3] Ebenda, 1907, p. 29, vergl. auch Löbner M. in »Die Gartenwelt« 1907, p. 129 und 1908, p. 205.

standen in 3 Wochen in voller Blüte. Mit *Charles X.* erhielt er nicht so gute Resultate, dagegen Hofgärtner Klein ausgezeichnete.

Da die Versuche der Gärtner nur auf den praktischen Erfolg losarbeiten und diese Art des Frühtreibens von wissenschaftlicher Seite noch nicht bearbeitet wurde, so habe ich mich besonders im letzten Herbst und Winter eingehend damit beschäftigt und will nun die Ergebnisse, zu denen ich bisher gelangt bin, hier mitteilen.

Die meisten Versuche wurden mit Zweigen zahlreicher Holzgewächse, einzelne auch mit bewurzelten Topfpflanzen *(Syringa* und *Azalea)* und mit *Convallaria*-Keimen ausgeführt. Die Zweige wurden in einer Länge von 20 bis 60 *cm* von Sträuchern und Bäumen, die sich im Versuchsgarten des pflanzenphysiologischen Institutes der k. k. deutschen Universität Prag befanden, abgeschnitten und gleich darauf durch verschieden lange Zeit, gewöhnlich aber durch 9 Stunden, in warmes Wasser von verschiedener Temperatur (25 bis 40° C.), zumeist von 30° ganz untergetaucht. Hierauf wurden die Zweige aus dem Warmbad herausgenommen, mit ihrer Basis in Wassergläser eingestellt und dann in einem Warmhaus, dessen Temperatur in der Regel zwischen 15 bis 18° C. schwankte, weiter kultiviert. Anfangs wurden die Zweige mit Zinnstürzen bedeckt, also finster kultiviert. Da ich jedoch nach und nach sah, daß die Finsternis die Ruheperiode in der Regel gleichfalls in gewissem Grade abkürzt und die Unterschiede zwischen den gebadeten und nichtgebadeten Pflanzen weniger scharf wurden, so stellte ich bei den späteren Experimenten die Zweige nach dem Bade ans Licht. Dadurch tritt der Einfluß des Warmwasserverfahrens viel schärfer hervor.

Das Warmbad beeinflußt nicht alle ruhenden Zweigarten. Auf manche wirkt es gar nicht, auf manche mäßig, auf viele ausgezeichnet, auf manche wirkt es zur Zeit der tiefen Knospenruhe nicht, später aber sehr gut. Auch eignet sich nicht für alle Gewächse dieselbe Temperatur. Für die meisten gibt eine Temperatur von etwa 30° vorzügliche Resultate; für gewisse bleibt eine solche Temperatur wirkungslos und erst eine Temperatur von 35 bis 40° wirkt treibend. Noch höhere Tempera-

turen schädigen im allgemeinen. Auch darf das Warmbad nicht zu lange einwirken, mit einem 6- bis 15stündigen erzielt man gewöhnlich die besten Resultate.

Nach dem Warmbad die Zweige im Thermostaten des Laboratoriums weiter zu ziehen, hat sich nicht bewährt, weil die Luft selbst in einem gut durchlüfteten Thermostaten Spuren von Leuchtgas und anderen Verunreinigungen enthält, die auf das Wachstum störend einwirken[1].

Als Warmbad benütze ich für kleinere Zweige ein großes, mit Flußwasser gefülltes Glasgefäß, das sich im Thermostaten befand, für größere Zweige ein kubisches Warmhausbassin von 1 *m* Höhe, das durch Röhren einer Warmwasserheizung des Gewächshauses leicht auf der gewünschten Temperatur erhalten werden konnte. Die Angaben der Temperatur beziehen sich immer auf Celsiusgrade.

Ich habe Versuche mit vielen Hunderten von Zweigen vom Oktober bis Februar ausgeführt, fast jeder Versuch wurde wiederholt gemacht. Zur Veranschaulichung der Einwirkung des Warmbades seien folgende Experimente aus dem Versuchsprotokolle hervorgehoben.

II. Versuche.

1. Versuch.

Am 15. X. 1907. Drei Bündel von Zweigen (I bis III), von denen jedes je 4 Zweige von *Syringa vulgaris* und *Forsythia suspensa* enthielt, dienten dem Versuche.

I. Zweige wurden durch 9 Stunden in feuchter Luft von gewöhnlicher Zimmertemperatur (15 bis 18°) gehalten,

II. Zweige wurden durch 9 Stunden im Wasser von 15 bis 18° untergetaucht gehalten,

III. Zweige wurden durch 9 Stunden im Wasser von 32° untergetaucht gehalten,

hierauf im Gewächshause finster gestellt.

---

[1] Siehe darüber meine und O. Richter's Erfahrungen: Pflanzenwachstum und Laboratoriumsluft. Ber. der deutsch. bot. Ges. 1903, S. 180.

19. X. Die Knospen bei III am weitesten vor, die von II und I fast unverändert.

30. X. Dasselbe. Die Knospen von III noch weiter vorgerückt; die von II etwas, die von I fast gar nicht.

2. XI. Die *Forsythia*-Zweige beginnen bei III ihre Blüten zu öffnen.

7. XI. Bei III *Forsythia*-Zweige in voller Blüte, die *Syringa*-Knospen haben die Blütenrispen vollends herausgeschoben. Bei II geringes Treiben, bei I noch geringeres.

Ergebnis: Das Warmbad wirkte auf das Treiben sehr günstig, auch das Eintauchen in Wasser von gewöhnlicher Zimmertemperatur wirkte ein wenig stimulierend, aber unvergleichlich schwächer als das Warmbad.

Gleichzeitig wurde derselbe Versuch im Lichte gemacht Das Resultat war im wesentlichen dasselbe. Die *Syringa*-Knospen treiben im Herbste am Lichte etwas langsamer und bleiben später bei dem schwachen Tageslicht des Herbstes an wurzellosen Zweigen leicht »sitzen«.

Vergleichende Versuche mit warmgebadeten Zweigen von *Forsythia* und *Syringa* und solchen, die nach der Methode von Johannsen ätherisiert worden waren, zeigten, daß das Warmbad ebenso oder mindestens ebenso wirkt wie Äther.

2. Versuch

mit *Corylus Avellana* L. Am 19. XI. 1907 wurden 6 mit Kätzchen reich besetzte Zweige von etwa 60 *cm* Länge abgeschnitten, 3 davon wurden durch 12 Stunden in Leitungswasser von 25 bis 32° C. vollständig untergetaucht gehalten, während die 3 anderen innerhalb dieser Zeit bei Zimmertemperatur in Luft verblieben. Hierauf wurden alle in mit Wasser beschickten Gläsern im Warmhaus bei einer Temperatur von 15 bis 19° im Finstern aufgestellt.

Nach 8 Tagen zeigten sich die »Luftzweige« unverändert, die gebadeten Zweige aber hatten ihre Kätzchen durchschnittlich von 2·5 *cm* auf 5·5 bis 7 *cm* verlängert und stäubten in voller Blüte. In diesem Zustande wurden sie am 27. XI. photographiert. Tafel I, Fig. 1.

Bemerkenswert ist, daß das Warmbad vorläufig nur auf die männlichen Blütenkätzchen wirkte, nicht aber auf die weiblichen und auf die Laubknospen.

Bei später begonnenen Versuchen (6. XII.) zeigte sich in einzelnen Fällen das Warmbad auch auf die weiblichen Kätzchen wirksam. Hingegen war ein Einfluß des Warmbades auf die Laubknospen von Februar an zu bemerken. *Corylus* ist ein ausgezeichnetes Beispiel dafür, daß die Treibfähigkeit verschiedener Sprosse an einer und derselben Pflanze wesentlich verschieden sein kann. Es darf dies nicht sehr überraschen, da ja auch unter natürlichen Verhältnissen die Kätzchen von *Corylus* viel früher austreiben als die Laubknospen. An analogen Beispielen fehlt es nicht, ich erinnere nur an die Herbstzeitlose, deren Blüten sich bekanntlich im Herbste und deren Blätter sich aber erst im Frühjahre entwickeln.

Am 14. XII. waren bei den gebadeten Zweigen die männlichen Kätzchen vollständig verstäubt und meistenteils abgefallen, während die nicht gebadeten unverändert erschienen oder sich erst zu strecken begannen. Die gebadeten Laubknospen waren noch Ende Jänner unverändert.

3. Versuch

mit *Forsythia suspensa*. Derselbe Versuch wie vorher. Beginn am 19. XI. 1907. Der Effekt war überraschend. Die Zweige, welche durch 12 Stunden im Wasserbade von 25 bis 32° C. untergetaucht waren, standen am 1. XII. in voller Blüte — siehe Tafel I, Fig. 2 — während die Kontrollzweige noch kein Austreiben zeigten. Diese kamen erst am 11. XII. zur Blüte.

4. Versuch

am 28. XI. 1907 mit Kätzchen tragenden Zweigen von *Alnus glutinosa*.

I. Zweige nicht gebadet,

II. Zweige durch 12 Stunden im Warmbad von 25 bis 30° C.,

sodann im Warmhaus bei 15 bis 18° C. aufgestellt.

Am 3. XII. beginnen die männlichen Kätzchen bei II bereits aufzureißen.

Am 6. XII. Kätzchen bei II schon um das Zwei- bis Dreifache der ursprünglichen Länge gestreckt und dem Stäuben nahe. Bei I Kätzchen ziemlich unverändert.

Am 19. XII. Bei II Kätzchen bereits verstäubt und abgefallen, die nicht gebadeten nunmehr in der Streckung begriffen.

Ergebnis. Der Einfluß des Warmbades auf die männlichen Kätzchen ist in die Augen springend. Auf die Laubknospen konnte hingegen bis zum 29. I. 1908 keine stimulierende Wirkung beobachtet werden.

5. Versuch

am 9. XI. 1907 mit Zweigen von *Forsythia suspensa, Syringa vulgaris, Prunus avium, Tilia parvifolia, Aesculus Hippocastanum, Ribes Grossularia, Cytisus Laburnum, Cornus mas, Cornus alba, Rhus cotinus, Rhus typhina, Populus alba, Carpinus Betulus, Vitis vinifera, Rhamnus Frangula, Lonicera Tatarica* und *Corylus Avellana*. Die Zweige waren 60 bis 80 *cm* lang. Sie wurden in 4 Bündel zusammengelegt. Das 1. wurde durch 12 Stunden in Wasser von 9°, das 2. in Wasser von 25 bis 30·6, das 3. in Wasser von 27 bis 42° untergetaucht und das 4. verblieb während dieser Zeit in Luft von 15 bis 18°. Hierauf wurden alle mit der Basis in Gläser eingestellt und ins Warmhaus gebracht, wo sie im Lichte bei einer Temperatur von 15 bis 18° verblieben.

Die Luftzweige und die Zweige, welche in Wasser von 9° eingetaucht waren, zeigten nach einem Monat keine Spur des Treibens.

Einfluß des Wassers von 25 bis 30·6°. Schon am 19. XI. war der Effekt deutlich bei *Syringa, Forsythia, Corylus* (Kätzchen) und *Prunus* zu sehen. Am 22. XI. begann auch *Ribes* zu treiben. Am 26. XI. öffneten sich schon die Blüten von *Forsythia*, die *Corylus*-Kätzchen waren bereits verstäubt. Am 3. XII. waren alle Blüten von *Forsythia* offen, viele sogar schon verblüht. Die Knospen von *Syringa* hatten im Maximum eine Länge von 1·5 *cm* erreicht und viele Knospen von *Ribes* hatten

ein Blatt vollkommen entfaltet, die Knospen von *Lonicera* zeigten den ersten Anfang eines schwachen Treibens.

Einfluß des Wassers von 27 bis 42°. An dem Aussehen der Knospen konnte man schon nach 2 Tagen ersehen, daß eine Wassertemperatur von 27 bis 42° auf einen Teil der Knospen schädlich einwirkt. So auch die von *Syringa, Forsythia, Prunus* und die Kätzchen von *Corylus*. Hingegen übte das Wasserbad einen überraschenden Einfluß auf *Cornus alba* und *Rhamnus Frangula*, es trieben schon nach 10 bis 13 Tagen die Laub- und Blütenknospen aus. Am 30. XI. hatten die *Cornus*-Laubtriebe eine maximale Länge von 4 *cm* und entfaltete Blätter — siehe Tafel II, Fig. 5 — während die entsprechenden Zweige von *Cornus* und *Rhamnus* in den anderen Bündeln keine Anstalten machten, auszutreiben. Am 26. XI. war auch ein Treiben bei *Ribes* und den Endknospen von *Rhus typhina* zu bemerken.

Zusammenfassend möchte ich bemerken, daß sich zu der angegebenen Zeit innerhalb eines Monats ein sehr starker Einfluß des Warmbades zeigte auf *Corylus* (Kätzchen), *Forsythia, Syringa, Ribes, Cornus alba, Rhamnus,* ein mäßiger auf *Rhus typhina,* ein sehr schwacher auf *Lonicera Tatarica* und überhaupt keiner auf *Tilia parvifolia, Aesculus Hippocastanum, Cornus mas, Rhus Cotinus, Populus alba, Carpinus Betulus* und *Vitis vinifera.*

6. Versuch.

Das vorhergehende Experiment wurde 10 Tage später (19. XI.) mit verschiedenen Zweigen wiederholt, jedoch mit dem Unterschied, daß die Zweige im Finstern gehalten wurden und daß diesmal nur zwei Bündel von Zweigen miteinander verglichen wurden, wovon das eine am Beginn des Versuchs einem zwölfstündigen Wasserbad von 25 bis 32° C. ausgesetzt wurde, während das andere innerhalb dieser Zeit die Lufttemperatur des Warmhauses (15 bis 18°) genoß. Zur Verwendung kamen Zweige von *Corylus Avellana, Rhus typhina, Rhus Cotinus, Prunus avium, Ribes Grossularia, Robinia hispida, Acer Pseudoplatanus, Rhamnus Frangula, Vitis vinifera, Ampelopsis quinquefolia, Carpinus Betulus, Sambucus*

nigra, Populus alba, Lonicera Tatarica, Cytisus Laburnum, Betula alba, Aesculus Hippocastanum, Cornus alba, Salix Caprea, Rosa sp., *Berberis vulgaris, Rubus Idaeus* und *Syringa vulgaris.*

25. XI. Gebadete Zweige. *Corylus*-Kätzchen bedeutend verlängert, dem Stäuben nahe. *Prunus-, Salix-, Syringa-, Lonicera-* und *Ribes*-Knospen beginnen durchzubrechen.

Kontrollzweige unverändert.

29. XI. Gebadete Zweige. Wie vorher, nur weiter vorgeschritten. *Corylus*-Kätzchen stäuben noch.

Kontrollzweige unverändert.

5. XII. Gebadete Zweige. *Corylus* völlig verstäubt. Bei *Syringa* sehen die Blütenrispen aus den Knospen hervor. *Lonicera* hat einzelne 2 *cm* lange Knospen. Endkätzchen der Weide verblüht. *Ribes*-Knospen teilweise $1^1/_2$ *cm* lang. Kirschenknospen ziemlich groß. *Rhamnus*-Blütenknospen brechen hervor, Spuren eines Treibens bei *Rhus Cotinus* und *Sambucus.*

Kontrollzweige unverändert, nur bei *Syringa* und *Lonicera* einige wenige Knospen schwach treibend.

16. XII. Gebadete Zweige. *Syringa,* Blütenrispen aus den Knospen hervorgetreten. *Lonicera,* einzelne Triebe 5 bis 10 *cm* lang. *Salix* und *Ribes* wie oben am 5. XII. Kirschblütenknospen, einzelne dem Öffnen nahe. *Sambucus, Rhus Cotinus, Rhus typhina, Symphoricarpus, Rubus Idaeus, Vitis vinifera, Ampelopsis, Cornus alba* und *Ligustrum vulgare* beginnen zu treiben.

Kontrollzweige unverändert, nur bei *Rubus, Cornus* und *Syringa* schwaches Treiben.

Ergebnis. Innerhalb 27 Tagen zeigte sich die Einwirkung des Warmbades sehr deutlich bei *Syringa vulgaris, Corylus Avellana, Lonicera Tatarica, Salix Caprea, Ribes Grossularia, Prunus avium, Ligustrum vulgare,* schwach bei *Rhus typhina, Rhus Cotinus, Vitis vinifera, Ampelopsis quinquefolia* und *Rubus Idaeus.*

Kein Einfluß war innerhalb der angegebenen Zeit merkbar bei *Aesculus Hippocastanum, Acer Pseudoplatanus, Betula*

alba, Carpinus Betulus, Fagus silvatica, Cornus mas, Fraxinus excelsior, Juglans regia, Cytisus Laburnum, Populus alba, Rhamnus Frangula, Robinia Pseudacacia und *Tilia parvifolia.*

Wie bereits bemerkt wurde, wirkte auf *Cornus alba* in dem Versucne 5 ein zwölfstündiges Bad von 25 bis 30·6° nicht treibend auf die Winterknospen von *Cornus alba,* wohl aber ein solches von 27 bis 42° C. Bei vorgeschrittener Jahreszeit ist der Unterschied ein mehr gradueller, das heiße Bad wirkt auch stärker als das warme, aber das letztere ist nicht ohne Einfluß, ja die warm gebadeten Zweige können sogar die heißgebadeten im Verlaufe des Wachstums einholen, wie der folgende Versuch (7) zeigt. Später lernte ich in *Rhamnus Frangula, Betula alba* und einer Hängeform von *Salix Caprea* gleichfalls Pflanzen kennen, deren ruhende Knospen durch ein sehr warmes Bad aus ihrer Ruhe geweckt wurden (Versuche 7 und 8), durch ein mäßig warmes aber nicht oder nur in geringem Grade.

7. Versuch

am 30. XI. 1907 mit *Cornus alba* und *Rhamnus Frangula.* Drei Bündel (I bis III) Zweige, jedes Bündel enthält je fünf etwa 50 *cm* lange Sprosse der genannten Pflanzen.

I. Zweige wurden gleich ins Gewächshaus gestellt.
II. Zweige kamen zunächst 9 Stunden ins Warmwasserbad von 25 bis 30°.
III. Zweige kamen zunächst 9 Stunden ins Warmwasserbad von 30 bis 42°.

Sodann wurden alle Zweige im Warmhaus am Lichte bei 15 bis 18° C. weiter kultiviert.

14. XII. *Cornus,* Endknospen bei III beginnen zu treiben.

19. XII. *Cornus,* Endknospen bei III entfalten bereits Blätter.

Cornus. Endknospen bei II, einzelne Knospen treiben.

Cornus. Endknospen bei I unverändert.

Rhamnus. Endknospen bei III beginnen zu treiben.

23. XII. *Cornus.* Endknospen bei III, haben zahlreiche Blätter entfaltet, II und I noch weit zurück, bei I Beginn des Treibens, II ist aber I vor.

Rhamnus. Bei III treiben Laub- und Blütenknospen, II und I unverändert.

10. I. 1908. *Cornus.* II hat III fast eingeholt. Triebe bis 9 *cm* lang, bei III sind die Blütenknospen etwas geschädigt. Nun treiben auch die Zweige von I, sind aber gegenüber III und II zurück.

Rhamnus. Bei III Endknospen ausgetrieben, einzelne Blättchen entfaltet, Blütenknospen ziemlich entwickelt.

Bei II und I kein Treiben.

8. Versuch

am 16. XII. 1907 mit *Betula alba, Salix Caprea* var. *pendula, Aesculus Hippocastanum* und *Fraxinus excelsior,* Versuchsbedingungen wie vorher bei Versuch 7.

23. XII. Nur bei III einzelne Weidenknospen im Austreiben begriffen.

10. I. 1908. Bei I kein Treiben.

Bei II nur zwei Weidenknospen im Treiben.

Bei III, *Salix,* fast alle Knospen treiben, ein Kätzchen dem Aufblühen nahe.

Bei III, *Betula,* Laubknospen und weibliche Kätzchen treiben, Laubblättchen ziemlich entfaltet. Männliche Kätzchen im ersten Beginn der Streckung. Bei II und I noch kein Treiben.

16. I. Nun beginnen bei III auch die Knospen von *Aesculus* und *Fraxinus* zu treiben.

27. I.

III Alle Zweige treiben schön, haben ihre Knospen teilweise oder ganz entfaltet und sind am weitesten vor.

I Knospen beginnen erst zu wachsen.

II Zweige halten im Treiben die Mitte zwischen I und III.

Die photographierten *Aesculus*-Zweige, Fig. 6 auf Taf. II, geben von dem Einfluß des Warmbades die richtige Vorstellung.

Es war von vornherein wahrscheinlich, daß die Dauer des Warmbades für die Abkürzung der Ruheperiode von Bedeutung sein würde und daß eine gewisse Dauer einen optimalen Einfluß ausüben dürfte. Folgende Versuche (9 bis 11) geben für einige Pflanzen darüber Aufschluß.

9. Versuch

am 3. XII. 1907 mit *Corylus Avellana* über den Einfluß der verschieden langen Dauer des Warmbades auf das Treiben der männlichen Kätzchen. Sechs Zweige (I bis VI).

I wurde im Warmbad (30°) durch $^1/_2$ Minute belassen;
II » » » » » 1 Stunde »
III » » » » » 3 Stunden »
IV » » » » » 6 » »
V » » » » » 9 » »
VI wurde als Kontrollzweig nicht gebadet.

Am 12. XII. war das Ergebnis ganz klar. Am günstigsten wirkte — die Zweige befanden sich am Lichte im Warmhaus — auf das Austreiben der Kätzchen ein sechsstündiges Bad, dann in absteigender Folge das drei-, neun- und einstündige Bad, I und VI waren ziemlich unverändert, III, IV und V stäubten, IV hatte die längsten Kätzchen, annähernd gleich waren III und V, bei II begannen die Kätzchen sich eben zu strecken.

10. Versuch.

Ähnlich wie vorher, mit Zweigen von *Forsythia suspensa*, *Salix Caprea* und *Syringa vulgaris*. Sieben Zweigbündel (I bis VII), in jedem Zweige der genannten Pflanzen. Beginn am 25. XI. 1907.

I durch 1 Stunde		
II » 3 Stunden		
III » 6 »		im Warmbad von 30 bis 32° C.
IV » 9 »		
V » 12 »		
VI » 24 »		

VII wurde als Kontrollzweig nicht gebadet.

Am 12. XII. *Forsythia.* Am meisten vor und ungefähr gleich entwickelt II, III, IV und V, die Zweige standen in voller Blüte, dann folgt I, hier öffneten sich eben einzelne Blüten, bei VI waren alle Knospen abgestorben und bei VII waren alle Blütenknospen mäßig entwickelt und geschlossen.

Salix. II, III und IV am weitesten vor, die Kätzchen sämtlich durchgebrochen, dann folgt V mit etwas geringerer Entwicklung, endlich I, das fast gar keine Fortschritte zeigt. VI stark geschädigt, VII unverändert.

Syringa. Knospen bei II am meisten vor, dann III und IV, sodann I und V. Geschädigt war wieder VI und VII war ziemlich unverändert.

Es wirkt unter den angegebenen Versuchsbedingungen und zu der erwähnten Zeit auf *Forsythia* am günstigsten ein Warmbad von 3 bis 12 und auf *Salix Caprea* und *Syringa vulgaris* eines von 3 bis 9 Stunden. Natürlich können die Werte nur als beiläufige gelten, da sich die Unterschiede in der Entwicklung der Zweige nicht immer genügend prägnant ausprägen und sich die Verhältnisse mit dem Zeitpunkt des Versuches, der Tiefe der Ruheperiode und anderen Faktoren ändern können.

11. Versuch.

Es sollte eruiert werden, ob sich der Effekt des Warmbades nicht noch günstiger gestaltet, wenn man es nicht einmal, sondern nach einer Unterbrechung von 12 Stunden noch ein zweites, eventuell noch ein drittes Mal anwendet. Benützt wurden Zweige von *Corylus Avellana*, *Forsythia suspensa* und *Syringa vulgaris.* Beginn des Versuches am 23. XI. 1907.

I. Zweige ausgesetzt einem Warmbad von 25 bis 30° durch 12 Stunden.

II. Zweige ebenso behandelt wie bei I, dann 12 Stunden in der Luft des Warmhauses (15 bis 18°), hierauf gebadet wie früher. Die Zweige wurden also im ganzen zweimal gebadet.

III. Zweige ebenso behandelt wie bei II, dann 12 Stunden in der Luft und schließlich noch einmal dem erwähnten Warmbad ausgesetzt. Zweige also im ganzen dreimal gebadet.

IV. Zweige wurden gleich am Beginne des Versuches ins Warmhaus gestellt, sie wurden also nicht im Wasser untergetaucht. — Nach dem Bade kamen alle Zweige ins Warmhaus ans Licht.

29. XI. *Corylus*. Am raschesten entwickelten sich die Kätzchen bei II, die also zweimal gebadet wurden. Dann folgten die bei I und III. Der Unterschied zwischen I und II war aber nicht sehr groß. Die von II stäubten zuerst. Die von III waren teilweise an der Spitze etwas geschädigt.

Forsythia. Knospen am vorgeschrittensten bei III, dann kommt II und I. Die nicht gebadeten Zweige nicht merklich verändert. IV geschädigt.

Syringa. Die Knospen bei II am weitesten vor.

10. XII. *Corylus*-Kätzchen zumeist verstäubt oder im Stäuben, am meisten vor bei II, dann bei I und III, bei IV beginnen sich die Kätzchen erst zu strecken.

Forsythia. Bei III die Blütenknospen zum Teil schon geöffnet, dann folgt der Entwicklung nach II und I. Der Unterschied ist aber nicht groß.

Syringa. II steht besser als III und I. IV geschädigt.

Ergebnis: Unter den angegebenen Versuchsbedingungen wirkt auf *Corylus* und *Syringa* ein einmaliges Bad besser als ein zweimaliges oder dreimaliges, hingegen hatten zweimal gebadete *Forsythia* einen kleinen Vorsprung gegenüber ein- oder dreimal gebadeten. Ein dreimaliges Bad erwies sich schon als schädlich. Prüft man die Pflanzen am Ende des Versuches, so zeigt sich, daß die Unterschiede zwischen den einmal und zweimal gebadeten Pflanzen zwar gut merkbar, aber doch so unbedeutend sind, daß sich jedenfalls für die Praxis schon wegen der größeren Kosten und Mühe nur ein einmaliges Bad empfiehlt.

12. Versuch

am 4. XII. 1907 mit eingetopftem, nieder veredeltem Flieder. Mit Zweigen zu experimentieren, ist aus verschiedenen Gründen sehr vorteilhaft, unter anderem deshalb, weil man leicht mit einer größeren Individuenzahl arbeiten und so ein sicheres Urteil gewinnen kann. Hingegen haben abgeschnittene Zweige den Übelstand, daß ihre Laubsprosse nach dem Austreiben nur eine relativ geringe Größe erreichen und häufig auch später kränkeln. Arbeitet man aber mit bewurzelten Pflanzen, so zeigt sich der Effekt des Warmbades, da die entstehenden Triebe sich normal entwickeln, noch in viel auffallenderer Weise als bei abgeschnittenen Sprossen.

Die zu diesem Experimente verwendeten Stöcke wurden aus einer Handelsgärtnerei bezogen und hatten einen sehr schönen Knospenansatz. Ich benützte sechs Exemplare (I bis VI). II bis IV gehörten der Treibsorte *Charles X.* an, I und V waren von anderer, aber gleicher Rasse, doch konnte ich den Namen der Sorte nicht in Erfahrung bringen.

I und II wurden nicht gebadet.
III wurde nur mit der Krone in Wasser von 31 bis 37° durch 12 Stunden untergetaucht gehalten.
IV wurde wie III behandelt, aber samt dem Topfe untergetaucht.
V und VI wurden mit der Krone in Wasser von 27 bis 33° C. durch 12 Stunden untergetaucht gehalten.

Sodann kamen II und IV in einen finsteren Schwitzkasten des Warmhauses; im Kasten war die Luft mit Wasserdampf ganz oder nahezu gesättigt, sie hatte eine Temperatur von 20 bis 25° C.

I und V verblieb am Lichte in demselben Warmhaus.

Die Temperatur schwankte hier zwischen 15 und 18° C.

10. XII. I und II unverändert. III und VI treiben schön. V (im Licht) treibt auch, IV ist durch das Bad sichtlich geschädigt.

16. XII. Der günstige Einfluß des Bades tritt ungemein prägnant hervor.

Im Finstern: III am weitesten vor, dann VI, dann II, IV hat so gelitten, daß die Hauptknospen später abstarben, II ist gegen III und IV weit zurück. Bei III treten die jungen Rispen schon aus den Knospen hervor, die Triebe sind hier schon 3 bis 4 *cm* lang.

Im Lichte: Unterschied höchst auffallend. V treibt sehr schön, I unverändert.

21. XII. Im Finstern: Alles noch prägnanter. Bei III die Triebe bis 9 *cm*, bei VI bis 7 *cm* lang. Dann kommt II, Triebe bis 5 *cm* lang, aber es treiben viel weniger Knospen. Sämtliche Stöcke wurden nun aus dem finstern Schwitzkasten ans Licht gestellt.

Im Lichte: V treibt ausgezeichnet und gleichmäßig, denn es treiben fast alle Knospen. I unverändert.

2. I. 1908. Die Blätter sind grün geworden, III blüht bereits, dann folgt der Entwicklung nach II und VI. V hat auch schon schöne Laubtriebe und Knospen entwickelt, während I, abgesehen von einigen Knospen, die sich nur wenig strecken, noch immer nicht treibt.

8. I. Ergebnis: Der günstige Einfluß des Warmbades ist bei den bewurzelten Fliederpflanzen ein höchst auffallender. Am besten bewährte sich hier ein zwölfstündiges Bad von 31 bis 37°; dann das von 27 bis 33°. Es genügt, nur die Krone zu baden, ja das völlige Untertauchen der Pflanzen samt den Wurzeln scheint sogar schädlich zu wirken, doch bedarf dieser letztere Punkt noch weiterer Untersuchung, da ich darin noch zu wenig Erfahrung habe. Im Lichte ist der Unterschied zwischen gebadeten und ungebadeten Pflanzen noch viel auffallender wie die am 13. I. 1908 hergestellte Photographie (siehe Taf. II, Fig. 7) der beiden konstant am Lichte gezogenen Stöcke I und V lehrt. Während die meisten Knospen bei I noch gar nicht treiben, ist V schon prächtig belaubt und mit blühenden lilafarbigen Rispen reichlich versehen. Im Finstern tritt der Einfluß des Warmbades nicht gar so stark hervor, weil der Lichtentzug zu dieser Zeit auf das Treiben der nicht gebadeten Stöcke sehr günstig einwirkt und ebenso die im Schwitzkasten herrschende höhere Temperatur und Feuchtigkeit.

Einen weiteren großen Vorteil des Warmbades erblicke ich darin, daß die Knospen viel gleichmäßiger treiben. Bei nicht

gebadeten Exemplaren — und das habe ich nicht bloß bei *Syringa,* sondern auch bei vielen anderen Holzgewächsen beobachtet — treiben, falls sie überhaupt schon geneigt sind, ihre Knospen zu entwickeln, gewöhnlich nur die Endknospen und auch von diesen häufig nur ein gewisser Prozentsatz, bei den gebadeten aber auch die tieferen. Der gebadete Stock bringt infolgedessen eine üppige gleichmäßige Belaubung und zahlreichere Blütenrispen, was dem Gärtner selbstverständlich sehr erwünscht ist.

Kultiviert man die Fliederstöcke beim Treiben zunächst im finstern, hoch temperierten Schwitzkasten (25 bis 30° C.) so wie die Gärtner es zu tun pflegen und wendet man das Warmbad an, so blühen die gebadeten Exemplare im Durchschnitt um 8 bis 10 Tage früher als die nicht gebadeten, dies bedeutet aber in unserem Klima für den Praktiker einen sehr großen Vorteil, es wird viel Heizmaterial erspart.

Vergleichende Versuche, die ich mit gebadeten und ätherisierten Zweigen angestellt habe, zeigten, daß die Warmwassermethode mit der Äthermethode erfolgreich zu wetteifern vermag, ja wenn man bedenkt, daß die Warmbadmethode bequemer und auch billiger ist, so dürfte das Ätherverfahren in der Praxis durch das Warmbad wohl bald verdrängt werden.

Das Warmbad hat sich auch in meinen Versuchen mit *Convallaria*-Keimen gut bewährt. »Keime«, die am 14. XI. 1907 einem 16$^1/_2$stündigen Warmwasserbad von 31° C. ausgesetzt wurden und dann nach der Weise der Gärtner bedeckt mit Moos bei einer Bodentemperatur von 20 bis 25° C. im Warmhaus getrieben wurden, kamen sehr gleichmäßig mit Laub und Blüten. Die ersten Blüten öffneten sich schon am 16. XII. Die nicht gebadeten Keime blieben vielfach »sitzen«, wenn sich die Blütentrauben entwickelten, so waren sie häufig unvollkommen, auch blühten sie durchschnittlich 5 bis 10 Tage später.

Bringt man die Keime erst Anfang Dezember in die Treiberei, so erscheint der Unterschied zwischen gebadeten und nicht gebadeten Keimen nicht mehr so auffallend, ist aber noch immer in die Augen springend. Auch bei den Conval-

larien wirkt das Warmbad zum mindesten so gut wie das Ätherisieren.

Um zu erfahren, ob das Laubad nur auf die Teile der Pflanze wirkt, welche das Bad tatsächlich genießen oder ob sich der Einfluß auch auf die nicht gebadeten Teile erstrecken kann, wurden folgende Experimente gemacht.

13. Versuch

mit *Corylus Avellana*. Etwa 60 *cm* lange, gut verzweigte und mit männlichen Kätzchen reichlich versehene Äste wurden teilweise durch 12 Stunden einem Laubad von 25 bis 30° C. ausgesetzt. Es wurde entweder nur die obere oder nur die untere Hälfte, in einem anderen Falle nur die rechte oder nur die linke Hälfte des Verzweigungssystems gebadet. Dann wurden die Zweige im Warmhaus bei 15 bis 19° C. im Lichte aufgestellt. Der Versuch begann am 27. November 1907. Das Resultat war ungemein klar. Am 3. Dezember waren die gebadeten Kätzchen in voller Blüte, stäubten und hatten eine durchschnittliche Länge von 5 bis 7½ *cm* erreicht, während die nicht gebadeten Kätzchen sich noch nicht merklich verändert hatten. Der Einfluß des Bades ist also ein ganz lokaler, gerade hiedurch werden solche Versuche sehr instruktiv und illustrieren in höchst anschaulicher Weise die geradezu verblüffende Wirkung des Warmbades. Die Fig. 3 auf Taf. I besagt mehr als jede weitere Beschreibung.

14. Versuch.

Analoger Versuch am 27. XI. 1907 mit *Forsythia suspensa*. Die rechte Hälfte des Zweigsystems — siehe Fig. 4 auf Taf. I — wurde durch 12 Stunden in Wasser von 30° untergetaucht belassen, während die linke Hälfte in Luft verblieb. Dann verblieb der Zweig im Lichte bei einer Temperatur von 15 bis 19° im Warmhaus. Am 16. XII. stand die gebadete Zweighälfte in voller Blüte, während die nicht gebadete noch vollkommen geschlossene Blütenknospen hatte. In diesem Zustande wurde der Zweig photographiert.

Die Versuche wurden noch mit anderen Pflanzen (*Salix* sp., *Alnus glutinosa, Betula alba* und *Syringa vulgaris)* wiederholt und ergaben dasselbe Resultat. Es folgt daher daraus, daß der Einfluß des Bades nicht auf benachbarte ungebadete Regionen übergreift, sondern ganz lokalisiert bleibt. Nur die gebadeten Stellen treiben früher. Durch das Warmbad wird in den Knospen und vielleicht auch in deren Umgebung irgend eine Veränderung herbeigeführt, die zum Treiben führt. Hält diese Veränderung an, wenn man den gebadeten Zweig nach dem Bade nicht gleich ins Warmhaus stellt, sondern auf längere Zeit während des Herbstes oder Winters ins Freie stellt? Wird diese Veränderung wieder rückgängig gemacht oder bleibt sie erhalten? Das war die nächste Frage, die ich mir stellte und die ich durch die folgenden Versuche klarstellen wollte.

15. Versuch

am 6. XII. 1907 mit 5 bilateral verzweigten *Corylus*-Sprossen (I bis V). Die rechte Hälfte eines jeden Sproßsystems wurde durch 12 Stunden in Wasser von 26·5 bis 33° C. untergetaucht gehalten, während die linke Hälfte in die Luft, deren Temperatur 15 bis 18° war, ragte.

Sodann wurde Zweig I gleich ins Warmhaus, die anderen aber zunächst verschieden lange Zeit ins Freie und dann erst ins Warmhaus gebracht.

I. Zweig kam gleich ins Warmhaus (15 bis 19° C.).
II. » » nach 3 Tagen ins Warmhaus.
III. » » » 7 » » »
IV. » » » 14 » » »
V. » » » 21 » » »

Alle Zweige verhielten sich gleich. Immer entwickelten sich die männlichen Kätzchen, welche gebadet wurden, zuerst, gleichgültig ob die Zeit zwischen dem Bad und dem Hereinbringen der Zweige ins Warmhaus 1 oder 21 Tage betrug.

Die gebadeten Kätzchen waren oft schon verstäubt oder sogar abgefallen, bevor sich die ungebadeten zu strecken begannen. Es kann also keinem Zweifel unterliegen, daß die

durch das Warmbad in den männlichen Kätzchen von *Corylus* hervorgerufene Veränderung im Freien bei niederer Temperatur wochenlang latent bleibt.

Ähnliche Resultate ergaben Versuche mit *Salix*-Arten und *Forsythia*..

Eine weitere Frage, deren Lösung für die Beurteilung der Warmbadwirkung von großer Wichtigkeit erscheint, ist die, ob das warme Wasserbad nicht zu ersetzen wäre durch ein Luftbad von derselben Temperatur und Dauer. Durch die hohe Temperatur des Warmwasserbades wird das Sauerstoffbedürfnis entschieden gesteigert, allein da das Wasser weniger Sauerstoff enthält als die atmosphärische Luft und der Sauerstoffzufluß im Wasser jedenfalls gehemmt ist, so wird das bedeutend geweckte Sauerstoffbedürfnis sicherlich nicht in ausreichendem Maße befriedigt werden. Es geht dies ja auch schon daraus hervor, daß das Warmbad nicht zu lange ausgedehnt werden darf, weil sonst eine Schädigung der Knospen eintritt, wahrscheinlich infolge nicht befriedigter normaler, vielleicht sogar infolge eintretender und zu lange währender intramolekularer Atmung. Von vornherein war der Gedanke nicht gleich abzuweisen, daß möglicherweise gerade in der unter Wasser gehemmten Atmung die Ursache jener merkwürdigen Veränderung lag, die die Ruheperiode abkürzt. Andrerseits war es auch möglich, daß die höhere Temperatur, d. h. die bedeutende Wärmezufuhr in erster Linie bei der Auslösung des Treibens in Betracht kommt. Wenn das letztere der Fall wäre, dann müßte ein warmes Luftbad denselben oder einen ähnlichen Effekt hervorrufen wie ein warmes Wasserbad. Die folgenden Experimente sprechen tatsächlich zu Gunsten der letzteren Annahme.

16. Versuch.

Es sollte zunächst festgestellt werden, ob nicht ein längeres Verweilen bei höherer Temperatur im dunstgesättigten Raume, wobei die Zweige mit nasser Leinwand umhüllt waren, ebenso wirkt wie ein längeres Warmwasserbad. In jedem Bündel befanden sich Zweige von *Salix* sp. und *Corylus Avellana*. Um die Zweige einige Zeit einer dunstgesättigten Atmosphäre

auszusetzen, wurden sie zunächst mit nasser, reiner Leinwand mehrfach umhüllt und dann noch in verschließbare Glaszylinder, in denen sich unten eine fingerdicke Wasserschichte befand, eingestellt.

I verblieb in trockener Luft (des Zimmers) bei 17° C. durch 9 Stunden;
II verblieb in feuchter Luft (des Zimmers) bei 17° C. durch 9 Stunden;
III verblieb in trockener Luft (des Thermostaten) bei 30° C. durch 9 Stunden;
IV verblieb in feuchter Luft (des Thermostaten) bei 30° C. durch 9 Stunden;
V verblieb in feuchter Luft (des Thermostaten) bei 30° C. durch 24 Stunden;
VI verblieb in Wasser untergetaucht bei 30° C. durch 9 Stunden.

Nach Ablauf von 9, beziehungsweise 24 Stunden wurden alle 6 Bündel im Warmhaus unter Zinnsturz, also im Finstern, bei 15 bis 19° weiter kultiviert. Beginn des Versuchs am 11. XII. 1907.

Am 17. XII. waren die *Corylus*-Kätzchen bei VI schon bedeutend verlängert, während bei den anderen Zweigen noch nicht viel zu merken war.

Am 21. XII. *Corylus*-Kätzchen. In absteigender Reihenfolge war Treiben eingetreten bei VI, V, IV und III, hingegen war II und I so gut wie unverändert.

Salix-Kätzchen ebenso.

Der Versuch lehrte in deutlicher Weise, daß ein mehrstündiges Verweilen der Zweige in Luft von höherer Temperatur besonders in dunstgesättigter Luft treibend wirkt, aber schwächer als ein Warmwasserbad von gleicher Temperatur und Dauer. Ein analoges Resultat ergab der folgende

17. Versuch

am 17. XII. 1907 mit *Salix* sp., *Cornus alba* und *Corylus Avellana* über den Einfluß sehr warmer feuchter Luft. 4 Zweigbündel (I bis IV).

I	verblieb in feuchter Luft	von 17°	durch 11	Stunden,
II	» » »	» 37°	» 11	»
III	» » »	» 32 bis 35°	» 11	»
IV	» im Wasser untergetaucht.	» 26 » 30°	» 9	»

Sodann wurden die Zweige im Warmhaus bei 15 bis 19° am Lichte weiter kultiviert.

Am 23. XII. waren bei IV die Kätzchen von *Corylus* am meisten vor, dann folgten, auch schon ziemlich entwickelt, die von III, dann die von II. Die von I waren unverändert.

Die Zweige der beiden anderen Pflanzen zeigten noch kein Treiben.

28. XII. *Corylus*-Kätzchen sind gleichmäßig bei III und IV entwickelt, sie stäuben. Bei II und I beginnen sie sich erst zu strecken.

Salix sp. Die Knospen von III treiben sehr gut, die von II ziemlich, die von IV kaum merklich, die von I gar nicht.

Cornus. Noch kein Treiben.

18. Versuch,

am 28. XII. 1907 mit 6 großen Bündeln (I bis VI), in jedem Bündel Zweige von *Salix Caprea v. pendula, Betula alba, Ribes Grossularia* und *Larix decidua.*

I kam zunächst in dunstgesättigte Luft von 14 bis 18° C. durch 24 Stunden;

II kam zunächst in dunstgesättigte Luft von 21° C. durch 24 Stunden;

III kam zunächst in dunstgesättigte Luft von 33° C. durch 24 Stunden;

IV kam zunächst in dunstgesättigte Luft von 33° C. durch 48 Stunden;

V kam zunächst in dunstgesättigte Luft von 37 bis 40° C. durch 24 Stunden;

VI kam zunächst in warmes Wasser von 33° C. durch 9 Stunden.

Sodann kamen alle Bündel ins Warmhaus ans Licht und wurden hier bei 15 bis 19° weiter kultiviert.

Die Kätzchen der Weide waren bei IV schon im Thermostaten durchgebrochen.

13. I. 1908.

Salix. I, II und V treiben noch nicht,
III treibt schön,
IV » schwach,
VI » »

Betula. I, II und VI treiben noch nicht,
III treibt sehr schwach,
IV » gut,
V » treibt fast ebenso wie IV.

Ribes. I Nur einige wenige Knospen im ersten Beginne des Treibens,
II, V und VI treiben mäßig,
III und IV treiben stark.

Larix. I und V treiben nicht,
II und IV treiben sehr wenig,
III treibt mäßig,
VI » stark.

27. I.

Die Reihenfolge gibt den Grad des Austreibens an.

Salix. III > VI > IV > I, II, V.
Betula. IV > V > III, VI > II > I.
Ribes. III > IV > VI > II > V > I.
Larix. VI > III > IV > II > V > I.

19. Versuch.

Am 7. I. 1908 mit 5 Bündeln (I bis V), in jedem Zweige von *Salix Caprea* v. *pendula* und *Betula alba.*

I. Feuchte Luft bei 16 bis 18° C. durch 9 Stunden,
II. » » » 25 » 27° C. » » »
III. » » » 33° C. » » »
IV. trockene » » 33° C. » » »
V. Warmwasserbad von 30° » » »

Hierauf alle Bündel im Warmhaus bei 15 bis 18° im Lichte weiter kultiviert.

28. I.

Betula. I, II treiben noch nicht,
III treibt schwach,
IV » gut,
V » am besten.

Salix. I treibt nicht.
IV » wenig,
II » mäßig,
V » gut,
III » am besten.

Eine ähnliche Wirkung wie das Warmwasserbad zeigte das Warmluftbad auch bei *Aesculus Hippocastanum* und *Rhamnus Frangula.*

Die eben mitgeteilten Versuche lehren deutlich, daß bei den geprüften Zweigen ein feuchtes mehrstündiges Luftbad von höherer Temperatur häufig ähnlich wirkt wie ein ebenso temperiertes Warmwasserbad, ja bei manchen Gewächsen bewährt sich das Luftbad noch besser als das Wasserbad. Wir werden daher wohl kaum mit der Annahme fehl gehen, daß es in erster Linie die höhere Temperatur ist, welche stimulierend auf das Austreiben einwirkt. Unterstützt wird dieser reizende Einfluß sicherlich durch die Aufhebung der Transpiration und durch den Lichtentzug. Auch beim Warmwasserbad ruft die höhere Temperatur die Revolution, die zum Treiben führt, in den ruhenden Knospen hervor und die gleichzeitig im Wasser eintretende starke Wasseraufnahme und die wieder damit verknüpfte Turgorzunahme des Zellinhaltes und Quellung der Zellhäute in den Knospenschuppen und Vegetationspunkten dürften die Aktion der Wärmezufuhr in vielen Fällen fördern. Ich möchte aber die eben geäußerten Ansichten bezüglich der Ersetzbarkeit des Warmwasserbades durch das Luftbad noch mit einem gewissen Vorbehalt aussprechen, da ich die vergleichenden Versuche mit warmen Luftbädern erst im Spätherbst begonnen habe, wo die Knospenruhe nicht mehr so fest

ist wie im Vorherbst und ich daher vorläufig nicht weiß, ob sich ruhende Knospen auch im Vorherbst einem warmen Luftbad gegenüber so verhalten wie im Spätherbst und Winter. Im kommenden Herbst soll diese Lücke durch weitere Experimente ausgefüllt werden.

Daß höhere Temperatur die Ruheperiode abzukürzen und das Treiben zu beschleunigen vermag, darf nicht gar so überraschen, da ja Schmid[1] für gewisse Kartoffelsorten und die Küchenzwiebeln nachgewiesen hat, daß sich ruhende Knollen und Zwiebeln bereits Ende Oktober und Anfang November treiben lassen, wenn sie bei dauernd hoher Temperatur und guter Durchlüftung kultiviert werden. Auch Klebs[2] hat für einige Pflanzen und sein Schüler Howard[3] für viele Holzgewächse gezeigt, daß sie, zur Zeit ihrer Ruhe ins Warmhaus gebracht, austreiben, aber sowohl Schmid's, Klebs' als auch Howard's Versuche unterscheiden sich wesentlich von den meinigen in einem wichtigen Punkte: während nämlich bei den Experimenten der genannten Autoren die Objekte einer dauernden höheren Temperatur (z. B. in den Versuchen von Schmid 15 bis 30° im Vermehrungshaus und 28° im Thermostaten) ausgesetzt wurden, wirkte in meinen Versuchen die höhere Temperatur nur mehrere Stunden (6 bis 15) während des Bades ein, gleich darauf kamen aber die Versuchsobjekte in ein Gewächshaus von relativ mäßiger Temperatur (15 bis 19°). Ein dauernder Aufenthalt der Zweige bei hoher Temperatur (30°) hat sich in den meisten Fällen nicht nur nicht als vorteilhaft, sondern sogar als schädlich erwiesen. Viele Zweige pflegen zu verschimmeln und gar nicht auszutreiben. Mitunter entstehende Triebe gehen gewöhnlich bald zu Grunde.

Die etwa einen halben Tag (12 Stunden) einwirkende hohe Temperatur setzt die zum rascheren Treiben notwendigen Vorgänge in Gang, sie gibt dazu den Anstoß. Die darauf

---

[1] Schmid B., Über die Ruheperiode der Kartoffelknollen. Ber. der Deutschen botan. Gesellschaft, 1901, p. 76.

[2] Klebs S., Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. Jena 1903, p. 135 u. ff.

[3] Howard W. L., Untersuchung über die Winterruheperiode der Pflanzen. J. Dissertation, Halle a. S. 1906.

folgende mäßigere Temperatur erhält das chemische Getriebe, das zum rascheren Wachstum führt, in Gang. Sowie ein auf den Eisenbahnschienen stehender Waggon eines größeren Kraftaufwandes bedarf, um in Bewegung zu kommen, aber eines kleineren, um in der Bewegung erhalten zu werden, so ist bei der geschilderten Methode für den ersten Anfang, für die Auslösung des Treibens eine größere Wärmeenergie notwendig, sobald aber durch diese die Auslösung des Wachstums erzielt ist, genügt eine viel geringere Wärmezufuhr, um den Wachstumsprozeß im Gange zu erhalten. Das warme Bad induziert also eine physiologische Nachwirkung. Auch nach dem Ätherisieren geht, wie Johannsen [1] gefunden hat, das Treiben bei mäßiger Temperatur vor sich und dies ist ein ökonomischer Vorteil seiner Methode. Da dieser Vorzug, der mit einer bedeutenden Ersparnis von Heizmaterial gleichbedeutend ist, auch der Warmwassermethode anhaftet, und da diese billiger, einfacher und gefahrlos ist, so dürfte das Warmbadverfahren in der Praxis wohl bald über das Ätherverfahren die Oberhand gewinnen und es nach und nach ganz verdrängen.

Über weitere Versuche betreffend den Einfluß der Warmwasser- und Warmluftmethode auf Zweige, ferner auf Knollen, Zwiebeln und Samen werde ich später berichten.

III. Zusammenfassung.

1. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit einem Verfahren der Pflanzentreiberei, das zuerst in der Praxis aufgetaucht ist, das sowohl wissenschaftliches als auch praktisches Interesse beansprucht und das im wesentlichen darauf beruht, daß man die in der Ruheperiode befindlichen Holzgewächse einige Zeit einem Warmwasserbad aussetzt und hiedurch zum Austreiben veranlaßt.

Werden Zweige oder bewurzelte Stöcke verschiedener Holzgewächse zur Zeit ihrer Ruheperiode in Wasser von etwa 30 bis 40° untergetaucht (die bewurzelten Pflanzen nur mit der Krone), dann mehrere Stunden (9 bis 12) darin belassen und

---

[1] Johannsen W., l. c., p. 22.

hierauf bei mäßiger Temperatur weiter kultiviert, so wird hiedurch in vielen Fällen die Ruheperiode abgekürzt und das Austreiben der Knospen in hohem Grade beschleunigt. Diese Methode sei kurz als »Warmwassermethode« bezeichnet.

Zur richtigen Zeit angewendet, gibt dieses Verfahren bei *Corylus Avellana, Syringa vulgaris, Forsythia suspensa, Cornus alba, Ribes Grossularia, Larix decidua, Rhamnus Frangula, Aesculus Hippocastanum, Salix*-Arten, *Fraxinus excelsior* und anderen Pflanzen ausgezeichnete Resultate. Das Gelingen solcher Versuche hängt, abgesehen von der Natur der Pflanze und der Jahreszeit, unter anderem von folgenden Umständen ab:

a) Von der Dauer des Bades. Im allgemeinen genügt eine sechs- bis zwölfstündige Dauer. Über 12 Stunden hinauszugehen, empfiehlt sich gewöhnlich nicht, da die untergetauchten Zweige bei der hohen Temperatur ein großes Sauerstoffbedürfnis haben, der Sauerstoffzufluß aber im Wasser sehr gehemmt ist. Unter diesen Verhältnissen erscheint die normale Atmung behindert, ja es kann sogar intramolekulare Atmung und, wenn diese zu lange dauert, eine Schädigung oder ein Absterben der Knospen eintreten.

Ein in mehrstündigen Intervallen durchgeführtes zwei- oder gar dreimaliges Bad bietet gegenüber einem einmaligen Bad entweder keine Vorteile oder eine Schädigung oder eine so geringe Förderung, daß daraus für die Praxis keine ökonomischen Vorteile erwachsen.

b) Von der Temperatur des Warmbades. Es eignet sich nicht für alle untersuchten Gewächse dieselbe Temperatur des Warmbades. Während zum Beispiel bei *Corylus Avellana, Forsythia suspensa, Ribes Grossularia* und *Syringa vulgaris* ein Bad von 30° C. sehr stark stimulierend auf das Austreiben wirkt, ist für *Cornus alba, Rhamnus Frangula* und *Betula alba* ein Bad von 35 bis 40° C. notwendig oder für gewisse Pflanzen entschieden besser *(Aesculus Hippocastanum).* Es existiert gewiß für jedes Gewächs eine optimale Temperatur des Warmbades, die von Fall zu Fall ausprobiert werden muß.

c) Von der Tiefe der Ruheperiode. Das Warmbad beeinflußt die Ruheperiode gewisser Gewächse schon unmittelbar nach dem herbstlichen Laubfall, bei anderen erst später.

So treiben gebadete *Aesculus*- und *Fraxinus*-Zweige im Vorherbst nicht, im Dezember und Jänner aber schon sehr gut. Je mehr die Ruheperiode ausklingt, desto geringer sind dann die Unterschiede im Treiben der gebadeten und ungebadeten Pflanzen.

2. Das Bad wirkt ganz lokal, d. h. nur die untergetauchten Knospen treiben früher. Man kann sich davon leicht und sicher überzeugen, wenn man bei einem Zweigsystem nur die rechte oder die linke Hälfte badet. Es zeigen sich dann nur die gebadeten Zweige im Treiben gefördert. Fliederstöcke, bei denen im November nur die Hälfte der Krone dem Warmbad ausgesetzt wurde und die dann bei mäßiger Wärme im Lichte getrieben werden, bieten einen eigenartigen Anblick: die gebadete Hälfte erscheint nach einiger Zeit in voller Blüte und bietet ein Bild des Frühlings, die nicht gebadete Hälfte desselben Individuums verharrt zur selben Zeit noch häufig in Ruhe und bietet das Bild des Winters. Der Einfluß des Bades wird also nicht auf benachbarte ungebadete Teile übertragen.

3. Die Einwirkung des Bades bleibt, wenn die gebadeten Zweige oder Pflanzen nicht gleich angetrieben, sondern wieder an ihren natürlichen Standort ins Freie gestellt werden, wo sie der Temperatur des Herbstes oder Winters ausgesetzt bleiben, latent. Gebadete Zweige von *Corylus* und *Forsythia*, die 3 bis 5 Wochen im Freien standen, verhalten sich dann im Warmhaus genau so wie solche Zweige, die unmittelbar nach dem Bade warmgestellt werden.

4. Das Warmwasserverfahren bewährte sich auch beim Treiben der Convallarien. »Keime« dieser Pflanze, die durch $16^1/_2$ Stunden einem Warmbad von 31° C. unterworfen wurden, brachten ihre Blätter und Blütentrauben rascher und gleichmäßiger hervor.

5. Ein feuchtes mehrstündiges Luftbad von höherer Temperatur übt bei vielen Pflanzen auf das Treiben einen ähnlichen Einfluß wie ein ebenso temperiertes Wasserbad. Ja, in manchen Fällen war das feuchte Luftbad noch vorteilhafter. Es ist daher wohl in erster Linie die höhere Temperatur, die in den Knospen jene Veränderung hervorruft, die zum früheren Austreiben führt. Doch ist dieser Satz vorläufig noch mit einem gewissen Vor-

behalt hinzustellen, da die Experimente über die Ersetzbarkeit des Wasserbades durch das Luftbad erst im Spätherbste durchgeführt wurden, wo die Knospenruhe nicht mehr so fest wie im Vorherbst war. Es bleibt daher noch zu untersuchen, ob auch die noch sehr fest ruhenden Knospen sich einem warmen Luftbade gegenüber ebenso verhalten wie gegenüber einem warmen Wasserbade. Nach dem Gesagten dürfen wir wohl schon jetzt annehmen, daß in erster Linie die höhere Temperatur stimulierend wirkt. Ob hiebei die durch die höhere Temperatur gesteigerte Atmung oder andere Umstände jene Revolution bedingen, die die Ruheperiode abkürzt oder aufhebt, wäre möglich, bleibt aber zunächst noch unentschieden.

6. Das Warmbadverfahren leistet in vielen Fällen für die Treiberei dasselbe oder noch Besseres wie das Ätherverfahren und dürfte in der Zukunft wegen seiner Einfachheit, Billigkeit und Gefahrlosigkeit das Ätherverfahren in der Praxis bald verdrängen.

Erklärung der Photographien.

Tafel I.

Fig. 1. *Corylus Avellana.* Links der gebadete Zweig, rechts der Kontrollzweig. 6 Tage nach dem Bade bietet der Zweig links das vorliegende Bild, seine männlichen Kätzchen stehen in voller Blüte, während die des Kontrollzweiges noch unverändert sind. Vergl. den Text auf p. 92.

Fig. 2. *Forsythia suspensa.* Links der gebadete Zweig, rechts der Kontrollzweig. Der Zweig links steht 12 Tage nach dem Bade in voller Blüte, der Kontrollzweig hat zu dieser Zeit noch geschlossene Blüten. Vergl. den Text auf p. 93.

Fig. 3. *Corylus Avellana.* Die Photographie zeigt den lokalen Einfluß des Bades. Die rechte Hälfte des Zweigsystems wurde gebadet und steht 6 Tage nach dem Bade in voller Blüte, während die nicht gebadete Kontrollhälfte noch unverändert erscheint. Siehe den Text auf p. 105.

Fig. 4. *Forsylhia suspensa.* Derselbe Versuch wie bei Fig. 3. Die beiden Zweige rechts wurden gebadet, die beiden links nicht. 19 Tage später standen die gebadeten in voller Blüte, die Kontrollzweige haben noch vollkommen geschlossene Knospen. Siehe den Text auf p. 105.

Tafel II.

Fig. 5. *Cornus alba (a* bis *d). a* wurde nicht gebadet. *b* wurde in Wasser von 9°, *c* in Wasser von 25 bis 30·6° C. und *d* in Wasser von 27 bis 42° gebadet. 21 Tage nach dem Bade boten die Zweige das vorliegende Bild, nur *d* hatte die Knospen entfaltet. Siehe den Text auf p. 95.

Fig. 6. *Aesculus Hippocastanum.* 3 Zweige *a* bis *c. a* Kontrollzweig, *b* wurde 9 Stunden bei 15 bis 30° und *c* wurde ebenso lange bei 40 bis 42° C. gebadet. 41 Tage nachher beginnen die Knospen bei *a* eben erst zu wachsen, die von *b* sind schon viel weiter vor, die von *c* sind mitten in der Entfaltung. Siehe den Text auf p. 98.

Fig. 7. *Syringa vulgaris.* Exemplar links gebadet, rechts nicht gebadet, beide am Lichte kultiviert. 40 Tage nach dem Bade steht das gebadete in voller Blüte, während das nicht gebadete fast unverändert ist. Siehe den Text auf p. 103.



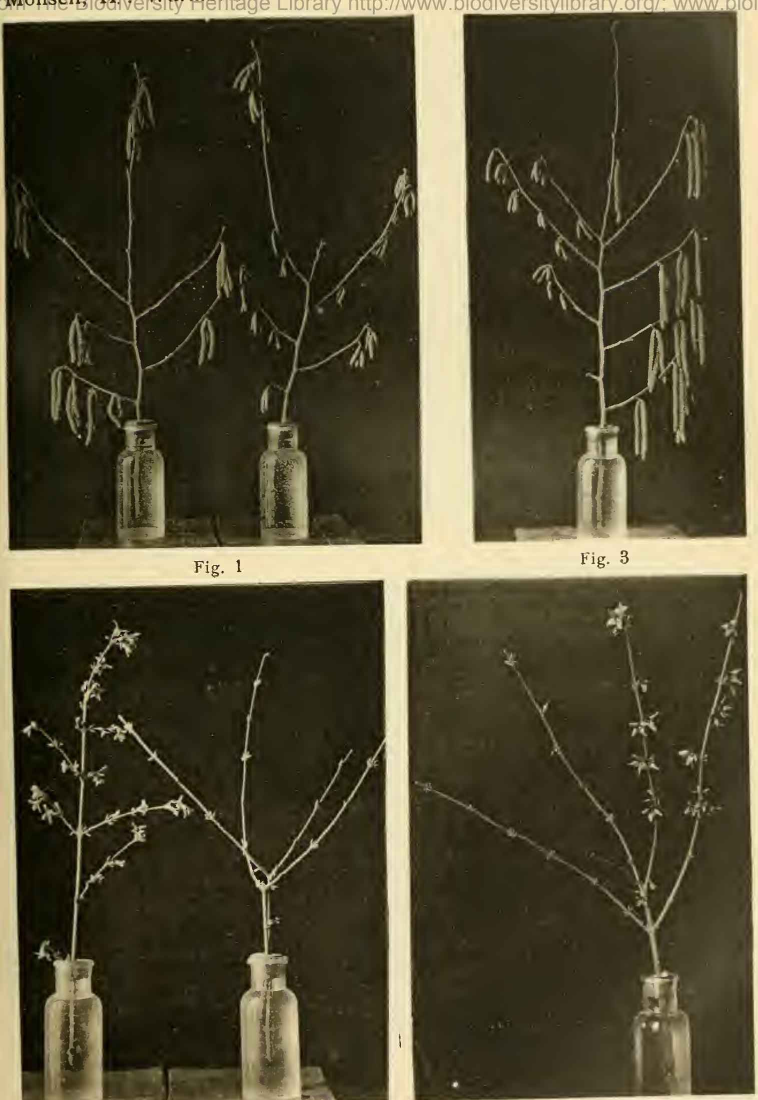


Fig. 1

Fig. 3

Fig. 2

Fig. 4

Richter O. et Molisch phot.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien



Fig. 7



Fig. 5



Fig. 6

utor phot. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.